



**Departamento de Estradas
de Rodagem do Estado do
Paraná - DER/PR**

Avenida Iguaçu 420
CEP 80230 902
Curitiba Paraná
Fone (41) 3304 8000
Fax (41) 3304 8130
www.pr.gov.br/transportes

DER/PR ES-P 35/05

PAVIMENTAÇÃO: PAVIMENTO RÍGIDO

Especificações de Serviços Rodoviários
Aprovada pelo Conselho Diretor em 14/12/2005
Deliberação n.º 281/2005
Autor: DER/PR (DG/AP)

Palavra-chave: pavimento rígido, pavimento de
concreto

27 páginas

RESUMO

Este documento define a sistemática a ser adotada para a construção de pavimentos rígidos de concreto de cimento Portland, para uso em estradas de rodagem, utilizando equipamentos de fôrma-deslizante, fôrma-trilho ou de pequeno porte. Aqui são definidos os requisitos técnicos relativos aos materiais, equipamentos, execução, controle de qualidade, manejo ambiental, além dos critérios para aceitação, rejeição, medição e pagamento dos serviços. Para a aplicação desta especificação é essencial a obediência, no que couber, à DER/PR IG-01/05.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Definições
- 4 Condições gerais
- 5 Condições específicas
- 6 Manejo ambiental
- 7 Controle interno de qualidade
- 8 Controle externo de qualidade
- 9 Critérios de aceitação e rejeição
- 10 Critérios de medição
- 11 Critérios de pagamento

0 PREFÁCIO

Esta especificação de serviço estabelece os procedimentos empregados na execução, no controle de qualidade, nos critérios de medição e pagamento do serviço em epígrafe, tendo como base as especificações DNIT 047/2004 – ES, DNIT 048/2004 – ES, DNIT 049/2004 - ES e as referências técnicas de aplicações recentes realizadas no país.

1 OBJETIVO

Estabelecer a sistemática a ser empregada na produção e aplicação de placas de concreto de cimento Portland, com o objetivo de construir pavimentos em obras sob a jurisdição do DER/PR.

2 REFERÊNCIAS

- | | |
|--------------------|--|
| ABNT NBR-NM 9/03 | - Concreto e argamassa – determinação dos tempos de pega por meio de resistência a penetração |
| ABNT NBR-NM 47/02 | - Concreto – determinação do teor de ar em concreto fresco – método pressométrico |
| ABNT NBR-NM 102/96 | - Concreto – determinação da exsudação |
| ABNT NBR-5732/91 | - Cimento Portland comum |
| ABNT NBR-5735/91 | - Cimento Portland de alto forno |
| ABNT NBR-5736/91 | - Cimento Portland pozolânico |
| ABNT NBR 5738/03 | - Concreto – procedimento para moldagem e cura dos corpos-de-prova |
| ABNT NBR 5739/94 | - Concreto – ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos |
| ABNT NBR 7211/83 | - Agregado para concreto |
| ABNT NBR 7212/84 | - Execução de concreto dosado em central |
| ABNT NBR 7480/96 | - Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado |
| ABNT NBR 7481/90 | - Tela de aço soldada – armadura para concreto |
| ABNT NBR 7680/83 | - Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto |
| ABNT NBR 11578/91 | - Cimento Portland composto |
| ABNT NBR 11768/92 | - Aditivos para concreto de cimento Portland |
| ABNT NBR 12142/91 | - Concreto – determinação da resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismáticos |
| ABNT NBR 12655/96 | - Concreto – preparo, controle e recebimento |
| ABNT NBR 12821/93 | - Concreto – preparação de concreto em laboratório |
| ABNT NBR 13069/94 | - Concreto Projetado – determinação dos tempos de pega em pasta de cimento Portland, com ou sem utilização de aditivo acelerador de pega |
| ASTM-C 42-77 | - obtaining and testing drilled cores and sawed beams of concrete |
| ASTM-C 260-77 | - air-entraining admixture for concrete |
| ASTM-C 309-74 | - liquid membrane-forming compounds for curing concrete |
| ASTM-E 303/93 | - Surface Frictional Properties Using the British Pendulum |

Tester

DNER-ES 330/97	- Obras-de-arte especiais – concretos e argamassas
DNER-ME 404/00	- Concreto – determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone
DNER-PRO 182/94	- Medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores - IPR/USP e Maysmeter
DNIT 036/04 - ES	- Pavimento rígido – água para amassamento do concreto de cimento Portland – ensaios químicos
DNIT 047/04 - ES	- Pavimento rígido – execução de pavimento rígido com equipamento de pequeno porte
DNIT 048/04 - ES	- Pavimento rígido – execução de pavimento rígido com equipamento de fôrma-trilho
DNIT 049/04 - ES	- Pavimento rígido – execução de pavimento rígido com equipamento de fôrma-deslizante
DNIT 046/04 - ME	- Pavimento rígido – selante de juntas
DNIT 037/04 - ME	- Pavimento rígido – água para amassamento de concreto de cimento Portland – ensaios comparativos
DNIT 055/04 - ME	- Pavimento rígido – prova de carga estática para determinação do coeficiente de recalque de subleito e sub-base em projeto e avaliação de pavimentos
DNIT 011/2004 - PRO	- Gestão de qualidade em obras rodoviárias
DNIT 063/2004 - PRO	- Pavimento rígido – avaliação subjetiva
DNER-PRO 164/94	- Calibração e controle de sistemas de medidores de irregularidades de superfície de pavimento (sistemas integradores IPR/USP e Maysmeter)
DNER-PRO 182/94	- Medição de irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores IPR/USP e Maysmeter
DNER-PRO 277/97	- Metodologia para controle estatístico de obras e serviços
DNIT 011/2004-PRO	- Gestão da qualidade em obras rodoviárias
DNIT 068/2004-PRO	- Gestão da qualidade em obras rodoviárias – procedimento
Manual de Execução de Serviços Rodoviários – DER/PR	
Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias – DER/PR	
Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias – DER/PR	

3 DEFINIÇÃO

3.1 Pavimento de concreto simples é o pavimento cuja camada é constituída por placas de concreto de cimento Portland, não armadas ou eventualmente com armadura sem função estrutural, que desempenham simultaneamente as funções de base e de revestimento.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Não é permitida a execução dos serviços, objeto desta especificação:

- a) sem o preparo prévio da superfície, caracterizado por sua limpeza e reparação preliminar, se necessário;

- b) sem a implantação prévia da sinalização da obra, conforme Normas de Segurança para Trabalhos em Rodovias do DER/PR;
- c) sem o devido licenciamento/autorização ambiental conforme Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias do DER/PR;
- d) sem a aprovação prévia pelo DER/PR, do projeto de dosagem;
- e) em dias de chuva.

4.2 As placas de concreto devem assentar sobre uma sub-base, executada com material e espessura definidos no projeto, que não deve apresentar expansibilidade nem ser bombeável, assegurando às placas um suporte uniforme ao longo do tempo.

4.3 A composição do concreto destinado à execução de pavimentos rígidos deve ser determinada por método racional, conforme as normas NBR 12655 e NBR 12821, de modo a obter-se, com os materiais disponíveis, uma mistura fresca de trabalhabilidade adequada ao processo construtivo empregado, e um produto endurecido compacto e durável, de baixa permeabilidade e que satisfaça às condições de resistência mecânica e acabamento superficial impostas pela especificação, que deve acompanhar o projeto do pavimento.

5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Materiais: todos os materiais utilizados devem satisfazer às especificações aprovadas pelo DER/PR.

5.1.1 Cimento Portland: são adequados à pavimentação de concreto simples os cimentos Portland dos tipos CP-I (Portland comum – NBR 5732), CP-II (Portland Composto – NBR 11578), CP-III (Portland de alto forno – NBR 5735) e CP-IV (Portland pozolânico – NBR 5736). Outros tipos de cimento Portland podem ser empregados desde que devidamente comprovada a sua adequação à obra em questão.

5.1.2 Agregados: os agregados graúdos e miúdos devem atender às exigências da norma NBR 7211.

5.1.3 Água:

- a) A água destinada ao amassamento do concreto deve atender aos limites máximos indicados a seguir, determinados de acordo com o procedimento apresentado na norma DNIT 036/2004-ME.

pH	Entre 5 e 8
Matéria orgânica, expressa em oxigênio consumido	3 mg/l
Resíduo sólido	5000 mg/l
Sulfatos, expressos em íons SO ₄	600 mg/l
Cloretos, expressos em íons Cl	1000 mg/l
Açúcar	5 mg/l

- b) Nos casos dúbios para verificar se a água a utilizar é prejudicial ao concreto, devem ser feitos ensaios comparativos de tempo de pega e de resistência à compressão, realizados, respectivamente, em pasta e argamassa de cimento.
- c) A água examinada é considerada satisfatória se apresentar os seguintes resultados:
 - c.1) tempo de início de pega diferindo de ± 30 min em relação à da pasta preparada com uma água de referência, em ensaio realizado de acordo com as normas NBR 13069 e NBR NM9/03;
 - c.2) resistência à compressão maior ou igual a 85% em relação à da argamassa preparada com a água de referência, em ensaio realizado de acordo com a norma DNIT 037/2004-ME.

5.1.4 Aditivos:

- a) Os aditivos empregados no concreto podem ser do tipo plastificante-reductor de água, superplastificante e retardador de pega, desde que atendam à norma NBR 11768. Podem ser empregadas no concreto fibras e/ou micro-fibras sintéticas de polipropileno.
- b) No caso de ser empregado aditivo incorporador de ar, este deve atender aos requisitos gerais da norma NBR 11768 e aos requisitos específicos da norma ASTM-C 260.
- c) A dosagem do aditivo no concreto deve, em princípio, ser aquela recomendada pelo fabricante, em função da temperatura ambiente, podendo ser alterada para mais ou para menos em função dos efeitos obtidos, tipo de cimento empregado na obra e outras condições. Fixada esta dosagem no início da concretagem, ela não deve ser alterada, a menos que haja modificações significativas nas características dos materiais.

5.1.5 Aço:

- a) O aço para as eventuais barras de transferência ou de ligação deve obedecer à norma NBR 7480.
- b) As barras de transferência devem ser obrigatoriamente lisas e retas, de aço tipo CA-25.
- c) Nas barras de ligação usa-se o aço CA-50 e admite-se o emprego alternativo do aço CA-25.
- d) As telas soldadas empregadas nas armaduras de combate à fissuração devem atender à norma NBR 7481.

5.1.6 Material selante de juntas: pode ser moldado a quente, moldado a frio ou pré-moldado, e deve ser de produção industrial, atendendo a norma DNIT 046/2004-EM e ao especificado em projeto.

5.1.7 Material para enchimento das juntas de dilatação: podem ser empregadas fibras trabalhadas, cortiça, borracha esponjosa, poliestireno ou pinho sem nó (devidamente impermeabilizado), como material de enchimento da parte inferior das juntas de dilatação.

5.1.8 Película isolante e impermeabilizante:

- a) Como película isolante e impermeabilizante entre a placa do pavimento e a sub-base podem ser usadas:
 - a.1) membrana plástica, flexível, com espessura entre 0,2 mm e 0,3 mm;
 - a.2) papel do tipo “kraft” betumado, com gramatura mínima igual a 200 g/m², contendo uma quantidade de cimento asfáltico de petróleo ou alcatrão não inferior a 60 g/m²;
 - a.3) pintura betuminosa, executada com emulsões asfálticas catiônicas de ruptura média, com taxa de aplicação entre os limites de 0,8 l/m² e 1,6 l/m².

5.1.9 Materiais para cura do concreto:

- a) Os materiais para cura do concreto podem ser água, tecido de juta, cânhamo ou algodão, lençol plástico, lençol de papel betumado ou alcatroado e compostos químicos líquidos capazes de formar películas plásticas.
- b) O lençol plástico e o lençol de papel betumado devem apresentar as mesmas características exigidas para seu emprego como material isolante, definidas no item 5.1.8.
- c) Os compostos químicos líquidos devem ser à base de PVA ou polipropileno, ter pigmentação branca ou clara e obedecer aos requisitos da norma ASTM-C 309.
- d) Os tecidos devem ser limpos, absorventes, sem furos, e, quando secos, pesar um mínimo de 200 g/m².

5.1.10 Concreto: deve atender aos requisitos abaixo.

- a) Resistência característica à tração na flexão ($f_{ctM,k}$) definida no projeto ou então, a resistência à compressão axial equivalente (f_{ck}), desde que seja determinada em ensaio de correlação entre estas resistências, utilizando os materiais que efetivamente são usados na obra:
 - a.1) a resistência à tração à flexão é determinada em corpos-de-prova prismáticos, conforme os procedimentos constantes nas normas NBR 5738 e NBR 12142;
 - a.2) a resistência à compressão axial é determinada em corpos-de-prova cilíndricos, conforme os procedimentos constantes nas normas NBR 5738 e NBR 5739;
 - a.3) a idade de controle da resistência característica é aquela definida no projeto.
- b) Consumo mínimo de cimento:

$$C_{min}=320 \text{ kg/m}^3$$

c) Relação água/cimento máxima:

$$A/C=0,50 \text{ l/kg}$$

d) Abatimento, determinado conforme a norma DNER-ME 404/00:

$$70\text{mm} \pm 10\text{mm}$$

e) A dimensão máxima característica do agregado no concreto não deve exceder 1/3 da espessura da placa do pavimento ou 50mm, obedecido o menor valor.

f) Teor de ar, determinado conforme a norma NBR NM 47:

$$\leq 0,5\%$$

g) Exsudação, medida conforme a norma NBR NM 102:

$$\leq 1,5\%$$

5.2 Equipamentos

5.2.1 Todo o equipamento, antes do início da execução da obra, deve ser cuidadosamente examinado e aprovado pelo DER/PR, sem o que não é dada a autorização para o seu início.

5.2.2 Execução de pavimento rígido com equipamento de fôrmas-deslizantes

- a) Vibro-acabadora de fôrmas-deslizantes de bitola regulável, de tração própria e constituída principalmente de:
- a.1) estrutura montada sobre chassis de rodas pneumáticas ou esteiras;
 - a.2) bitola regulável entre 3,50 m e 7,50 m ou entre 3,50 m e 14,00 m;
 - a.3) receptor frontal de concreto, abrangendo toda a largura da pista, provido de caçamba receptora, pá-distribuidora inferior ou sem fim, com saída regulável para descargas;
 - a.4) dispositivo regularizador do concreto distribuído;
 - a.5) sistema vibrador: bateria de vibradores de imersão de alta frequência (superior a 60 Hz), em conjunto com unidades de vibradores hidráulicos, fixados numa barra de altura adequada, com controle individual de vibração; régua vibratória de superfície, dotada de vibradores de parede;
 - a.6) régua regularizadora oscilante, pré-acabadora;
 - a.7) fôrmas-deslizantes fixas à viga vibratória;

- a.8) sistema de controle eletrônico para o alinhamento e o nivelamento da pavimentadora, por meio de fio-guia, apoiado lateralmente em hastes metálicas reguláveis, para caminho dos apalpadores eletrônicos;
- b) Máquina de cura química, dotada de tração própria, montada sobre pneus, provida de bitola regulável e de depósito do produto de cura.
- c) Perfil metálico do tipo “T” para execução de juntas moldadas.
- d) Máquinas de serrar juntas com disco diamantado, com diâmetro e espessura apropriados, que possibilitem fazer a ranhura e o reservatório de selante, com as dimensões especificadas no projeto.
- e) Ponte de serviço de madeira, de comprimento igual à largura da placa de concreto mais 50 cm.
- f) Rolo de cabo longo, preferencialmente de alumínio, com formas arredondadas.
- g) Desempenadeira de madeira, com área útil de no mínimo, 450 cm².
- h) Régua para nivelamento, de madeira, com 3 m de comprimento.
- i) Vassouras de fios de nylon, com fios suficientemente rígidos para provocar ranhuras na superfície do pavimento, ou tiras longas de lona 0,25x4,00 m, para acabamento superficial das placas.
- j) Ferramentas com ponta em cinzel que penetrem nas juntas e vassouras de fios duros para limpeza das juntas.
- k) Compressor de ar comprimido com mangueira de 12 m de comprimento e 12 mm de diâmetro, caso seja necessário para a limpeza das juntas.
- l) Desempenadeira de borda, para acabamento de cantos das juntas moldadas.
- m) Rodos de borracha.

5.2.3 Execução de pavimento rígido com equipamento de fôrma-trilho

- a) Formas metálicas, para conter o concreto fresco e, ao mesmo tempo, servir como guias para a movimentação das unidades de distribuição e adensamento do concreto, devendo ser montadas sobre rodas.
 - a.1) a superfície que se apóia sobre o terreno terá no mínimo 20 cm de largura, nas fôrmas de metal de até 20 cm de altura, e largura no mínimo igual à altura, no caso de fôrmas mais altas. As fôrmas devem possuir, a intervalos máximos de 1 m, dispositivos que garantam sua perfeita fixação ao solo e posterior remoção, sem prejuízo para o pavimento executado. O sistema de união das fôrmas deve ser tal que permita uma ajustagem correta e impeça qualquer desnivelamento ou desvio.

- b) Distribuidora de concreto, regulável e com tração própria, podendo ser constituída de uma caçamba distribuidora de concreto na direção transversal à faixa de concretagem, ou de um cabeçote distribuidor que trabalha sobre um travessão metálico, também transversal à faixa de concretagem.
- c) Bateria de vibradores de imersão, com diâmetro externo de no máximo 40 mm, e régua vibratória, ambos com frequência igual ou superior a 60 Hz (3600 rpm).
- d) Eixo rotor frontal.
- e) Vibro-acabadora de bitola ajustável, com frequência de no mínimo 3500 vibrações/min.
- f) Régua alisadora ou acabadora, diagonal ou não, tubular ou oscilante, de bitola ajustável.
- g) Perfil metálico do tipo “T” para a execução de juntas moldadas.
- h) Máquinas de serrar juntas com disco diamantado, com diâmetro e espessura apropriados, que possibilitem fazer a ranhura e o reservatório do selante com as dimensões especificadas em projeto.
- i) Ponte de serviço de madeira, de rigidez suficiente para não fletir e de comprimento igual à largura da placa de concreto mais 50 cm.
- j) Rolo de cabo longo, preferencialmente de alumínio, com formas arredondadas.
- k) Rolo de cabo longo, preferencialmente de alumínio, com formas arredondadas.
- l) Régua para nivelamento, de madeira, de 3 m de comprimento e com rigidez suficiente para não fletir.
- m) Vassouras de fios de nylon, com fios suficientemente rígidos para provocar ranhuras na superfície do pavimento, ou tiras longas de lona 0,25x4,00 m, para acabamento superficial das placas.
- n) Ferramentas com ponta em cinzel que penetrem nas juntas e vassouras de fios duros para limpezas das juntas.
- o) Compressor de ar comprimido com mangueira de 12 m de comprimento e 12 mm de diâmetro, caso seja necessário para a limpeza das juntas.
- p) Desempenadeira de borda, para acabamento de cantos das juntas moldadas.

5.2.4 Equipamentos de pequeno porte

- a) Formas metálicas, para conter o concreto fresco e, ao mesmo tempo, servir como guias para a movimentação das unidades de distribuição e adensamento do concreto, devendo ser montadas sobre rodas.

- a.1) a superfície que se apóia sobre o terreno terá no mínimo 20 cm de largura, nas fôrmas de metal de até 20 cm de altura, e largura no mínimo igual à altura, no caso de fôrmas mais altas. As fôrmas devem possuir, a intervalos máximos de 1 m, dispositivos que garantam sua perfeita fixação ao solo e posterior remoção, sem prejuízo para o pavimento executado. O sistema de união das fôrmas deve ser tal que permita uma ajustagem correta e impeça qualquer desnivelamento ou desvio.
- b) Distribuidora de concreto, regulável e com tração própria, podendo ser constituída de uma caçamba distribuidora de concreto na direção transversal à faixa de concretagem, ou de um cabeçote distribuidor que trabalha sobre um travessão metálico, também transversal à faixa de concretagem.
- c) Bateria de vibradores de imersão, com diâmetro externo de no máximo 40 mm, e régua vibratória, ambos com frequência igual ou superior a 60 Hz (3600 rpm).
- d) Eixo rotor frontal.
- e) Vibro-acabadora de bitola ajustável, com frequência de no mínimo 3500 vibrações/min.
- f) Régua alisadora ou acabadora, diagonal ou não, tubular ou oscilante, de bitola ajustável.
- g) Perfil metálico do tipo “T” para a execução de juntas moldadas.
- h) Máquinas de serrar juntas com disco diamantado, com diâmetro e espessura apropriados, que possibilitem fazer a ranhura e o reservatório do selante com as dimensões especificadas em projeto.
- i) Ponte de serviço de madeira, de rigidez suficiente para não fletir e de comprimento igual à largura da placa de concreto mais 50 cm.
- j) Rolo de cabo longo, preferencialmente de alumínio, com formas arredondadas.
- k) Desempenadeira de madeira, com área útil de no mínimo, 450 cm².
- l) Régua para nivelamento, de madeira, de 3 m de comprimento e com rigidez suficiente para não fletir.
- m) Vassouras de fios de nylon, com fios suficientemente rígidos para provocar ranhuras na superfície do pavimento, ou tiras longas de lona 0,25x4,00 m, para acabamento superficial das placas.
- n) Ferramentas com ponta em cinzel que penetrem nas juntas e vassouras de fios duros para limpezas das juntas.
- o) Compressor de ar comprimido com mangueira de 12 m de comprimento e 12 mm de diâmetro, caso seja necessário para a limpeza das juntas.

p) Desempenadeira de borda, para acabamento de cantos das juntas moldadas.

5.3 Execução

5.3.1 A responsabilidade civil e ético-profissional pela qualidade, solidez e segurança da obra ou do serviço é da executante.

5.3.2 Para a perfeita execução e bom acompanhamento e fiscalização do serviço, são definidos no documento “Informações e Recomendações de Ordem Geral”, procedimentos a serem obedecidos pela executante e pelo DER/PR, relativos à execução prévia e obrigatória de segmento experimental.

5.3.3 Após as verificações realizadas no segmento experimental, comprovando-se sua aceitação por atender o projeto de dosagem, valores e limites definidos nesta Especificação, deve ser emitido Relatório do Segmento Experimental com as observações pertinentes feitas pelo DER/PR, as quais devem ser obedecidas em toda a fase de execução deste serviço pela executante.

5.3.4 No caso de rejeição dos serviços do segmento experimental, este deve ser removido e reconstruído em condições de execução ajustadas, até que todos os parâmetros sejam satisfatórios.

5.3.5 Pavimento rígido executado com equipamento de fôrma-deslizante

a) Subleito

- a.1) o subleito deve ser regularizado segundo o previsto na DER/PR ES-P 01/05;
- a.2) concluída a operação de preparo do subleito, este é testado por meio de provas de carga para determinação do coeficiente de recalque (k) conforme a norma DNIT 055/2004-ME, feita aleatoriamente nas bordas e no eixo do futuro pavimento de concreto, no mínimo a cada 200 m e nos pontos onde for julgado necessário;
- a.3) pode ser admitido que o controle do coeficiente de recalque seja feito por meio de execução de ensaios de Índices de Suporte Califórnia (ISC), em número estatisticamente significativo, a partir dos quais é avaliado o coeficiente de recalque (k) por meio de curvas de correlação apropriadas.

b) Sub-base

- b.1) é executada de acordo com as especificações estabelecidas pelo DER para o tipo projeto, devendo ser mantida sua conformação geométrica até a ocasião da execução do pavimento de concreto;
- b.2) caso tenha sido indicada a colocação de película isolante e impermeabilizante sobre a superfície da sub-base, deve-se verificar se esta película está adequadamente esticada e se as emendas são feitas com recobrimentos de, no mínimo, 20 cm;

- c) Mistura, transporte, lançamento e espalhamento do concreto
- c.1) o concreto deve ser produzido em centrais do tipo gravimétrica, podendo os agregados serem medidos por pesagem acumulada, exceto o cimento, cujo a massa deve ser medida em balança separada. Esta central pode ser do tipo misturadora ou dosadora, sendo a mistura, nesta última, feita em caminhão-betoneira;
 - c.2) as balanças para a pesagem dos materiais devem ser periodicamente aferidas;
 - c.3) a umidade da areia deve ser determinada de 2 em 2 horas, ou imediatamente após observada variação notável no abatimento do concreto;
 - c.4) os dispositivos para a medição das quantidades de materiais devem conduzir a erros máximos de 2% para o cimento e os agregados e de 1,5% para a água;
 - c.5) as betoneiras devem produzir mistura homogênea, dispor de carga sem segregação dos componentes do concreto e ter capacidade que permita continuidade nas operações de concretagem do pavimento;
 - c.6) quando o concreto for produzido em usinas comerciais, ou misturado em caminhões betoneira, devem ser atendidas as recomendações das normas DNER-ES 330 e NBR 7212;
 - c.7) o período máximo entre a mistura, a partir da adição da água, e o lançamento deve ser de 30 minutos, sendo proibida a redosagem sob qualquer forma. Quando for usado caminhão betoneira e houver agitação do concreto durante o transporte e a sua descarga, este período pode ser ampliado para 90 minutos;
 - c.8) o lançamento do concreto é feito, de preferência por descarga lateral à pista, independente da largura em que se estiver ajustando o equipamento de fôrmas deslizantes. Pode ser admitido também, o retro-lançamento, desde que a sub-base tenha resistência suficiente para suportar o tráfego dos caminhões basculantes sem que sua qualidade seja afetada;
 - c.9) em qualquer dos casos, devem ser formadas pilhas de pequenas alturas, para reduzir o trabalho de espalhamento e evitar a segregação do concreto
 - c.10) no espalhamento do concreto podem ser usadas, além da pá-distribuidora do sistema de fôrmas-deslizantes, rosca sem-fim, pá triangular móvel ou caçamba que receba o concreto, distribuindo-o por toda a largura da pista. Esta distribuição deve ter uma altura uniforme, relevante para a operação de vibração;
 - c.11) deve ser exigida a alimentação contínua do equipamento, para que mantenha velocidade constante de operação, evitando-se interrupções na execução do pavimento, que causem desconforto ao tráfego após o endurecimento do concreto. O ponto da retomada da concretagem não deve estar situado a menos de 30 cm da junta transversal mais próxima.

d) Adensamento do concreto

- d.1) o período máximo entre a mistura, a partir da adição da água, e o lançamento deve ser de 30 minutos, sendo proibida a redosagem sob qualquer forma. Quando for usado caminhão betoneira e houver agitação do concreto durante o transporte e a sua descarga, este período pode ser ampliado para 90 minutos;
- d.2) o adensamento do concreto é feito por vibradores hidráulicos fixados em barras de altura variável, que possibilitem executar a pista na espessura projetada. Para garantir a qualidade do adensamento, o equipamento deve possuir cortina metálica para controlar o volume do concreto a ser vibrado;
- d.3) a vibração superficial é feita pela grade ou régua vibratória, colocada imediatamente após os vibradores, sendo necessária uma camada superficial de argamassa para não deixar o agregado graúdo exposto. A forma final do concreto é dada por duas mesas, uma fixa e outra oscilante, deixando-o praticamente acabado;
- d.4) deve haver alimentação contínua do equipamento, a fim de manter homogênea a superfície final. Caso ocorra algum imprevisto que atrase o lançamento do concreto, provocando o ressecamento da argamassa existente sobre a grade vibratória, que irá prejudicar o acabamento da superfície, a concretagem é paralisada, devendo o equipamento ser erguido e feita a limpeza.

e) Acabamento do concreto

- e.1) o período máximo entre a mistura, a partir da adição da água, e o lançamento deve ser de 30 minutos, sendo proibida a redosagem sob qualquer forma. Quando for usado caminhão betoneira e houver agitação do concreto durante o transporte e a sua descarga, este período pode ser ampliado para 90 minutos;
- e.2) o acabamento é feito por nivelamento topográfico, com o auxílio de linhas estendidas lateralmente;
- e.3) enquanto o concreto estiver ainda plástico, é procedida a verificação da superfície, em toda a largura da faixa, com régua de 3 m disposta paralelamente ao eixo longitudinal do pavimento, com movimentos de vaivém e avançando no máximo, de cada vez, metade de seu comprimento. Qualquer depressão encontrada é imediatamente preenchida com concreto fresco, rasada, compactada e devidamente acabada, e qualquer saliência é cortada e igualmente acabada. Quando a superfície se apresentar demasiadamente úmida, o excesso de água deve ser eliminado pela passagem de rodos de borracha;
- e.4) estes acertos são executados com auxílio de pontes de serviço não apoiadas no concreto fresco, para permitir o trânsito de pedreiros sem atingir a superfície ainda fresca do pavimento. Após estas correções, e logo que a água superficial desaparecer, proceder ao acabamento final.

f) Acabamento final

- f.1) no acabamento final introduz-se ranhuras na superfície do pavimento, aumentando sua aderência com os pneumáticos dos veículos. Esta operação deve ser realizada antes do início da pega do concreto;
- f.2) a escolha do tipo de dispositivo a ser usado nesta operação deve ser feita no projeto, em função das condições ambientais, do tipo e das características das solicitações, da topografia e da geometria do pavimento;
- f.3) nos pavimentos a serem construídos em áreas críticas, por exemplo, com curvas acentuadas e interligações, é necessário incrementar a segurança à derrapagem. Para tal, deve-se obrigatoriamente adotar dispositivos que aumentem significativamente a superfície de contato dos pneumáticos com o pavimento. Em tais casos, esta Norma recomenda usar, pela ordem decrescente de eficácia:

- pentes de fios metálicos;
- vassouras de fios metálicos;
- vassouras de fios de nylon;
- tubos metálicos providos de mossas e saliências;
- tiras ou faixas de lona.

- f.4) executado o acabamento final, antes do início do endurecimento do concreto, no caso de adoção do processo de abertura de juntas por moldagem, as peças usadas são retiradas cuidadosamente com ferramentas adequadas e adoçadas todas as arestas, conforme o projeto;
- f.5) junto às bordas, o acabamento obtido deve ser igual ao do restante da superfície. Qualquer porção deve ser prontamente removida;
- f.6) não são admitidas variações na superfície acabada superiores a 5 mm.

g) Identificação das placas: todas as placas de concreto recebem um número de identificação em um de seus cantos.

h) Execução das juntas longitudinais: todas as juntas devem estar em conformidade com as posições indicadas no projeto, não se permitindo desvios de alinhamento superiores a 5 mm.

i) Juntas longitudinais

- i.1) o pavimento deve ser executado em faixas longitudinais parciais, devendo a posição das juntas longitudinais de construção coincidir com a das longitudinais de projeto;
- i.2) retirada a fôrma de junta, a face lateral da placa é pintada com material apropriado que impeça a aderência entre a faixa executada e a futura faixa.

j) Juntas transversais

- j.1) as juntas transversais devem ser retilíneas em toda a sua extensão, perpendiculares ao eixo longitudinal do pavimento, salvo em situações particulares indicadas no projeto. Devem ser executadas de modo que as operações de acabamento final da superfície possam processar-se continuamente, como se as juntas não existissem;
 - j.2) a locação das seções onde são executadas as juntas deve ser feita por medidas topográficas devendo ser determinadas as posições futuras por pontos fixos estabelecidos nas duas margens da pista, ou, ainda, sobre as fôrmas estacionárias;
 - j.3) quando for adotado o processo de abertura de junta por moldagem (ou inserção), a introdução do perfil deve ser feita por vibração, com o concreto ainda fresco e após o acabamento, sendo corrigidas todas as irregularidades provenientes desta operação.
- k) Juntas transversais de construção: ao fim de cada jornada de trabalho, ou sempre que a concretagem tiver de ser interrompida por mais de 30 minutos, deve ser executada uma junta de construção, cuja posição deve coincidir com a de uma junta transversal indicada no projeto. Nos casos em que não for possível o prosseguimento da concretagem até uma junta transversal projetada, é executada, obrigatoriamente, uma junta transversal de construção de emergência, de tipo previsto no projeto.
- l) Barras de ligação nas juntas longitudinais: devem ter o diâmetro, espaçamento e comprimento definidos no projeto e estarem limpas e isentas de óleo ou qualquer substância que prejudique sua aderência ao concreto.
- m) Barras de transferência nas juntas transversais
- m.1) são obrigatoriamente lisas e retas, com o diâmetro, espaçamento e comprimento definidos no projeto;
 - m.2) o processo de instalação deve garantir a sua imobilidade na adequada posição, mantendo-as, além do mais, paralelas à superfície acabada e ao eixo longitudinal do pavimento;
 - m.3) estas barras devem ter metade do seu comprimento mais 2 cm, pintados e engraxados, de modo a permitir a livre movimentação da junta. Nas juntas de construção que não coincidam com uma junta de contração, a barra não terá trecho pintado ou engraxado;
 - m.4) o capuz que recobre a extremidade deslizante da barra de transferência das juntas de dilatação deve ser suficientemente resistente, para não amassar durante a concretagem;
 - m.5) no alinhamento destas barras são admitidas as tolerâncias seguintes:
 - o desvio máximo das extremidades de uma barra, em relação à posição prevista no projeto, será de $\pm 1\%$ do comprimento da barra;

- em pelo menos dois terços das barras de uma junta, o desvio máximo será de $\pm 7\%$.
- n) Colocação da tela de armação
- n.1) nas placas de dimensões irregulares e acima dos padrões normalmente adotados, deve ser colocada uma tela soldada, cujo tipo é definido no projeto;
 - n.2) esta tela deve ser colocada a 5 cm da superfície do pavimento e no máximo até meia altura da espessura da placa, devendo distar 5 cm de qualquer bordo da placa.
- o) Cura do concreto
- o.1) as faces laterais das placas, ao serem expostas pela remoção das fôrmas, devem ser imediatamente protegidas por meio que lhes proporcione condições de cura análogas às da superfície do pavimento;
 - o.2) o período total de cura deve ser de 7 dias, compreendendo um período de aproximadamente 24 horas, contadas tão logo seja terminado o acabamento do pavimento, seguido de um período final, até o concreto atingir a idade de 7 dias;
 - o.3) no período inicial de cura não é admitido sobre o pavimento qualquer espécie de trânsito;
 - o.4) no período inicial deve ser empregada a cura química, aplicando-se em toda a superfície do pavimento um composto líquido que forma película plástica, à razão de 0,35 l/m² a 0,5 l/m²;
 - o.5) após o período inicial de cura a superfície do pavimento deve ser coberta com qualquer dos produtos mencionados no item 5.1.9, ou combinações apropriadas desses materiais ou outro tipo adequado de proteção, para evitar exposição do concreto às intempéries e à perda brusca de umidade. Quando a cura se fizer por meio de tecidos, papel betumado ou lençol plástico, deve-se superpor as tiras em pelo menos 10 cm. No caso de ocorrer a necessidade da retirada desses materiais de algum local, a sua reposição deve ser feita dentro de 30 minutos, no máximo.
- p) Selagem de juntas
- p.1) o material de selagem só pode ser aplicado quando os sulcos das juntas estiverem limpos e secos, empregando-se para tanto ferramentas com ponta em cinzel que penetrem na ranhura das juntas sem danificá-las, vassouras de fios duros e jato de ar comprimido;
 - p.2) o material selante deve ser cautelosamente colocado no interior dos sulcos, sem respingar na superfície, e em quantidade suficiente para encher a junta sem transbordamento. Qualquer excesso deve ser prontamente removido e a superfície limpa de todo material respingado;

- p.3) a profundidade de penetração do material selante deve ser aquela definida no projeto.

5.3.6 Pavimento rígido executado com equipamento de fôrma-trilho

- a) Subleito: proceder conforme descrito no item 5.3.5.a.
- b) Sub-base: proceder conforme descrito no item 5.3.5.b.
- c) Assentamento de fôrmas e preparo para a concretagem
 - c.1) as fôrmas são assentadas de acordo com os alinhamentos indicados no projeto, uniformemente apoiadas sobre o leito e fixadas com ponteiros de aço, de modo a suportar, sem deformação ou movimentos apreciáveis, as solicitações inerentes ao trabalho. O topo das fôrmas deve coincidir com a superfície de rolamento prevista. O material em que se apóiam deve estar compactado numa faixa que exceda de 50 cm para cada lado a largura da base. Os ponteiros são espaçados de 1m, no máximo, cuidando-se da perfeita fixação das extremidades adjacentes na junção das fôrmas. Em hipótese alguma é permitido o calçamento transversal das fôrmas que, após niveladas no topo, terão o espaço entre a base e a fundação completamente preenchido com argamassa, de modo a garantir apoio total e contínuo;
 - c.2) o alinhamento e o nivelamento das fôrmas devem ser verificados e, se necessário, corrigidos antes do lançamento do concreto. Quando se constatar insuficiência nas condições de apoio de qualquer fôrma, esta é removida e convenientemente reassentada. Depois de fixadas, devem garantir as cotas de projeto, não se admitindo erros superiores a 3 mm, no sentido vertical, e a 5 mm, no alinhamento longitudinal, verificados topograficamente;
 - c.3) não podem ser usadas fôrmas torcidas, empenadas ou amassadas e nas curvas de raio inferior à 30 m devem ser usadas fôrmas curvas;
 - c.4) caso tenha sido indicada a colocação de película impermeabilizante e isolante sobre a superfície da sub-base, deve ser verificado se esta película está adequadamente esticada e se as emendas são feitas com recobrimentos de, no mínimo, 20 cm;
 - c.5) as fôrmas devem ser untadas de modo a facilitar a desmoldagem.
- d) Mistura, transporte, lançamento e espalhamento do concreto
 - d.1) a concreto deve ser produzido em centrais do tipo gravimétrica, podendo os agregados serem medidos por pesagem acumulada, exceto o cimento, cuja massa deve ser medida em balança separada. Esta central pode ser do tipo misturadora ou dosadora, sendo a mistura, nesta última, em caminhões betoneira. As balanças devem ser periodicamente aferidas;

- d.2) a umidade da areia deve ser determinada de 2 em 2 horas, ou imediatamente após observada variação notável no abatimento do concreto. No caso do concreto ser fornecido por usina comercial, devem ser atendidas as condições estipuladas na norma NBR 7212;
 - d.3) os dispositivos para a medição das quantidades de materiais devem conduzir a erros máximos de 2% para o cimento e agregados e de 1,5% para a água;
 - d.4) o período máximo da mistura (a partir da adição da água) e o lançamento deve ser de trinta minutos, sendo proibida a redosagem sob qualquer forma. Quando for usado caminhão betoneira e houver agitação do concreto durante o transporte e a sua descarga, este período pode ser ampliado para 90 minutos;
 - d.5) o tempo para lançamento de concreto depende do tempo de início de pega do concreto e da perda significativa da consistência do concreto;
 - d.6) o lançamento do concreto é feito, de preferência, lateralmente à faixa de concretagem, para evitar o tráfego sobre a sub-base;
 - d.7) é admitido, entretanto, o retro-lançamento, quando o espalhamento for feito com o cabeçote distribuidor, desde que a sub-base tenha resistência suficiente para o tráfego dos caminhões basculantes. Estes devem se mover lentamente para a frente, para não formar grandes pilhas de concreto;
 - d.8) o espalhamento do concreto é executado com os dispositivos apropriados do equipamento e, quando necessário, auxiliado com ferramentas manuais, evitando-se sempre a segregação dos materiais. O concreto deve ser distribuído em excesso por toda a largura de faixa em execução e rasado a uma altura conveniente para que, após as operações de adensamento e acabamento, qualquer ponto do pavimento tenha a espessura de projeto.
- e) Adensamento do concreto
- e.1) o adensamento do concreto é feito por vibração superficial, exigindo-se, entretanto, o emprego de vibradores de imersão, sempre que a vibração superficial se mostrar insuficiente (por exemplo, próximo às fôrmas, na execução de juntas), ou quando a espessura do pavimento o exigir;
 - e.2) o acabamento mecânico da superfície é feito imediatamente após o adensamento do concreto;
 - e.3) o equipamento vibro-acabador deve passar em um mesmo local tantas vezes quantas forem necessárias ao perfeito adensamento do concreto, para que a superfície do pavimento atenda ao greide e ao perfil transversal do projeto;
 - e.4) a verificação da regularidade longitudinal da superfície deve ser feita por meio de uma régua de 3 m de comprimento;

- e.5) qualquer variação na superfície superior a 5 mm, seja uma depressão ou uma saliência, deve ser corrigida de pronto, sendo as saliências cortadas e as depressões preenchidas com concreto fresco;
 - e.6) recomenda-se, quando da passagem final necessária ao perfeito adensamento do concreto, que o equipamento vibro-acabador desloque-se continuamente, sem paradas, pelo menos a uma distância correspondente a duas placas, conforme o projeto, devendo, para tal, ter sido lançado concreto suficiente, de modo que o ponto de retomada da concretagem esteja situado a menos de 30 cm da junta transversal mais próxima;
 - e.7) as superfícies em que se apóiam o equipamento vibro-acabador devem ser mantidas limpas, de modo a permitir o perfeito rolamento das máquinas e garantir a obtenção de um pavimento sem irregularidades superficiais.
- f) Acabamento do concreto
- f.1) imediatamente após o adensamento, deve começar a operação de acabamento, que consta, inicialmente, da passagem da régua acabadora em deslocamentos longitudinais, com movimentos de vaivém; em seguida, deve proceder-se ao acabamento final com movimentos de vaivém, que serão dados com tiras de lona ou com vassouras de fios de nylon, que provocarão ranhuras na superfície da placa;
 - f.2) a tira de lona deve ser aplicada transversalmente num deslocamento de vaivém, enquanto a vassoura deve ser passada na direção transversal à faixa concretada. As ranhuras devem ser contínuas e uniformes ao longo da largura da placa.
- g) Identificação das placas: proceder conforme descrito no item 5.3.5.g.
- h) Execução das juntas: proceder conforme descrito nos itens 5.3.5.h, 5.3.5.i, 5.3.5.j, 5.3.5.k, 5.3.5.l, 5.3.5.m.
- i) Colocação da tela de armação: proceder conforme descrito no item 5.3.5.n.
- j) Cura do concreto
- j.1) o período total de cura deve ser de 7 dias, compreendendo um período de aproximadamente 24 horas, contadas tão logo seja terminado o acabamento do pavimento, seguido de um período final, até o concreto atingir a idade de 7 dias;
 - j.2) no período inicial de cura não é admitido sobre o pavimento qualquer espécie de trânsito;
 - j.3) no período inicial deve ser empregada a cura química, aplicando-se em toda a superfície do pavimento um composto líquido que forma película plástica, à razão de 0,35 l/m² a 0,5 l/m²;

j.4) após o período inicial de cura a superfície do pavimento deve ser coberta com qualquer dos produtos mencionados no item 5.1.9, ou combinações apropriadas desses materiais ou outro tipo adequado de proteção, para evitar exposição do concreto às intempéries e à perda brusca de umidade. Quando a cura se fizer por meio de tecidos, papel betumado ou lençol plástico, deve-se superpor as tiras em pelo menos 10 cm. No caso de ocorrer a necessidade da retirada desses materiais de algum local, a sua reposição deverá ser feita dentro de 30 minutos, no máximo.

k) Desmoldagem

k.1) as fôrmas só podem ser retiradas quando decorrerem pelo menos 12 horas de concretagem. Podem, entretanto, ser fixados prazos diferentes, para mais ou para menos, desde que o concreto possa suportar sem nenhum dano a operação de desmoldagem e atendendo-se, ainda, a um máximo de 24 horas. Durante a desmoldagem devem ser tomados os cuidados necessários para evitar o esborcinamento dos cantos das placas;

k.2) as faces laterais das placas, ao serem expostas pela remoção das fôrmas, devem ser imediatamente protegidas por meio que lhes proporcione condições de cura análogas às da superfície do pavimento.

l) Selagem das juntas: proceder conforme descrito no item 5.3.5.p.

5.3.7 Pavimento rígido executado com equipamento de pequeno porte

a) Subleito: proceder conforme descrito no item 5.3.5.a.

b) Sub-base: proceder conforme descrito no item 5.3.5.b.

c) Assentamento de fôrmas e preparo para a concretagem

c.1) as fôrmas devem ser assentadas à camada subjacente e ficar suficientemente firmes, com base no alinhamento do eixo da pista. Devem ser fixadas com ponteiros de aço, a cada metro, no máximo, de modo a suportar, sem deslocamento, os esforços inerentes ao trabalho. Para o perfeito assentamento das fôrmas deve-se calçá-las em toda a sua extensão, não se permitindo apoios isolados;

c.2) o topo das fôrmas deve coincidir com a superfície de rolamento prevista, fazendo-se necessária a verificação do alinhamento e do nivelamento, admitindo-se desvios altimétricos de até 3 mm e diferenças planialtimétricas não superiores a 5 mm com relação ao projeto;

c.3) deve ser feita a verificação do fundo de caixa, não se admitindo espessura, ao longo de toda a seção transversal, inferior à especificação no projeto;

- c.4) caso tenha sido indicada a colocação de película impermeabilizante e isolante sobre a superfície da sub-base, deve ser verificado se esta película está adequadamente esticada e se as emendas são feitas com recobrimentos de, no mínimo, 20 cm;
 - c.5) as fôrmas devem ser untadas de modo a facilitar a desmoldagem.
- d) Mistura, transporte, lançamento e espalhamento do concreto
- d.1) o concreto pode ser produzido em betoneiras estacionárias ou em centrais, podendo os materiais serem medidos tanto em massa quanto em volume, exceto em cimento, que sempre deve ser medido em massa. No caso do concreto fornecido por usina comercial devem ser atendidas as condições estipuladas na norma NBR 7212;
 - d.2) o lançamento do concreto deve ser feito, de preferência, lateralmente à faixa a executar;
 - d.3) o transporte do concreto, quando não for feito em caminhão betoneira, deve ser realizado em equipamento capaz de evitar a segregação dos materiais componentes da mistura;
 - d.4) o período máximo da mistura (a partir da adição da água) e o lançamento deve ser de trinta minutos, sendo proibida a redosagem sob qualquer forma. Quando for usado caminhão betoneira e houver agitação do concreto durante o transporte e a sua descarga, este período pode ser ampliado para 90 minutos;
 - d.5) o espalhamento do concreto pode ser feito com o auxílio de ferramentas manuais ou executado eventualmente a máquina, porém, qualquer processo utilizado deve garantir uma distribuição homogênea, de modo a regularizar a camada na espessura a ser adensada.
- e) Adensamento do concreto
- e.1) deve ser feito por vibradores de imersão e pela régua vibratória;
 - e.2) nos cantos das fôrmas devem ser aplicados os vibradores, de modo a corrigir deficiências no adensamento do concreto quando da vibração superficial pela régua vibratória;
 - e.3) a verificação da regularidade longitudinal da superfície deve ser feita por meio de uma régua de 3 m de comprimento;
 - e.4) qualquer variação na superfície, superior a 5 mm, seja uma depressão ou uma saliência, deve ser corrigida de pronto, sendo as saliências cortadas e as depressões preenchidas com concreto fresco. A verificação da regularidade longitudinal da superfície deve ser feita por meio de uma régua de 3 m de comprimento.

- f) Acabamento do concreto
 - f.1) imediatamente após o adensamento, deve começar a operação de acabamento, que consta, inicialmente, da passagem da régua acabadora em deslocamentos longitudinais, com movimentos de vaivém; em seguida, deve proceder-se ao acabamento final com movimentos de vaivém, que são dados com tiras de lona ou com vassouras de fios de nylon, que provocarão ranhuras na superfície da placa;
 - f.2) a tira de lona deve ser aplicada transversalmente num deslocamento de vaivém, enquanto a vassoura deve ser passada na direção transversal à faixa concretada. As ranhuras devem ser contínuas e uniformes ao longo da largura da placa.
- g) Identificação das placas: proceder conforme descrito no item 5.3.5.g.
- h) Execução das juntas: proceder conforme descrito nos itens 5.3.5.h, 5.3.5.i, 5.3.5.j, 5.3.5.k, 5.3.5.l, 5.3.5.m.
- i) Colocação da tela de armação: proceder conforme descrito no item 5.3.2.n.
- j) Cura do concreto
 - j.1) o período total de cura deve ser de 7 dias, compreendendo um período de aproximadamente 24 horas, contadas tão logo seja terminado o acabamento do pavimento, seguido de um período final, até o concreto atingir a idade de 7 dias;
 - j.2) no período inicial de cura não é admitido sobre o pavimento qualquer espécie de trânsito;
 - j.3) no período inicial deve ser empregada a cura química, aplicando-se em toda a superfície do pavimento um composto líquido que forma película plástica, à razão de 0,35 l/m² a 0,5 l/m²;
 - j.4) após o período inicial de cura a superfície do pavimento deve ser coberta com qualquer dos produtos mencionados no item 5.1.9, ou combinações apropriadas desses materiais ou outro tipo adequado de proteção, para evitar exposição do concreto às intempéries e à perda brusca de umidade. Quando a cura se fizer por meio de tecidos, papel betumado ou lençol plástico, deve-se superpor as tiras em pelo menos 10 cm. No caso de ocorrer a necessidade da retirada desses materiais de algum local, a sua reposição deverá ser feita dentro de 30 minutos, no máximo.
- k) Desmoldagem: proceder conforme descrito no item 5.3.6.k.
- l) Selagem das juntas: proceder conforme descrito no item 5.3.5.p.

6 MANEJO AMBIENTAL

6.1 Os cuidados a serem observados para fins de preservação do meio ambiente envolvem a produção e aplicação de agregados.

6.2 Agregados

6.2.1 No decorrer do processo de obtenção de agregados de pedreiras, devem ser considerados os seguintes cuidados principais:

- a) a brita e a areia somente são aceitas após apresentação da licença ambiental de operação da pedreira/areal cuja cópia da licença deve ser arquivada junto ao Livro de Ocorrências da obra;
- b) deve ser apresentada a documentação atestando a regularidade das instalações pedreira/areal/usina, assim como sua operação junto ao órgão ambiental competente, caso estes materiais sejam fornecidos por terceiros;
- c) evitar a localização da pedreira e das instalações de britagem em área de preservação ambiental;
- d) planejar adequadamente a exploração da pedreira de modo a minimizar os danos inevitáveis durante a exploração e possibilitar a recuperação ambiental, após a retirada de todos os materiais e equipamentos;
- e) impedir queimadas como forma de desmatamento;
- f) construir junto às instalações de britagem, bacias de sedimentação para retenção do pó de pedra, eventualmente produzido em excesso ou por lavagem da brita, evitando seu carreamento para cursos d'água.

7 CONTROLE INTERNO DE QUALIDADE

7.1 Compete à executante a realização de testes e ensaios que demonstrem a seleção adequada dos insumos e a realização do serviço de boa qualidade e em conformidade com esta Especificação.

7.2 As quantidades de ensaios para controle interno de execução referem-se às quantidades mínimas aceitáveis, podendo a critério do DER/PR ou da executante, ser ampliadas para garantia da qualidade da obra.

7.3 O controle interno de qualidade consta, no mínimo, dos ensaios apresentados no Quadro 1, apresentado abaixo.

7.4 Na inspeção do concreto deve ser determinada a resistência à tração na flexão na idade de controle fixada no projeto, ou então a resistência à compressão axial, desde que tenha sido estabelecida através de ensaios, para o concreto em questão, uma correlação confiável entre a resistência à tração na flexão e a resistência à compressão axial.

7.5 A cada trecho de no máximo 2.500 m² de pavimento, definido para inspeção, devem ser moldados aleatoriamente e de amassadas diferentes, no mínimo, 6 exemplares de corpos de prova, sendo cada exemplar constituído por, no mínimo, 2 corpos de prova prismáticos ou cilíndricos de uma mesma amassada, cujas dimensões, preparo e cura devem estar de acordo com a norma NBR 5738.

7.6 Na identificação dos corpos de prova deve constar a data de moldagem, a classe do concreto, a identificação da placa onde foi lançado o concreto (ver 5.3.5.g desta Norma) e outras informações julgadas necessárias.

Quadro 1 – Controle de produção	
Quantidade	Descrição do ensaio
Para cada amassada (ou betonada):	
01	Determinação do abatimento do concreto
Para todo corpo-de-prova prismático moldado:	
01	Ensaio de resistência à tração na flexão
Para todo corpo-de-prova cilíndrico moldado:	
01	Ensaio de resistência à compressão axial
Nota 1: nos ensaios de resistência do concreto, dos dois resultados obtidos, será escolhido o de maior valor como sendo a resistência do exemplar.	

8 CONTROLE EXTERNO DE QUALIDADE – DA CONTRATANTE

8.1 Compete ao DER/PR a realização aleatória de testes e ensaios que comprovem os resultados obtidos pela executante, bem como, formar juízo quanto à aceitação ou rejeição do serviço em epígrafe.

8.2 O controle externo de qualidade é executado através de coleta aleatória de amostras, por ensaios e determinações previstas no item 7, cuja quantidade mensal mínima corresponde pelo menos a 10% dos ensaios e determinações realizadas pela executante no mesmo período.

8.3 Compete exclusivamente ao DER/PR efetuar o controle geométrico, que consiste na realização das seguintes medidas:

8.3.1 Espessura da camada: deve ser medida a espessura, no máximo a cada 100 m, pelo nivelamento do eixo e dos bordos.

8.3.2 Alinhamentos: a verificação dos alinhamentos do eixo e bordos, nas diversas seções correspondentes às estacas da locação, é feita à trena.

8.4 Controle do acabamento e segurança

- a) O acabamento da superfície deve ser verificado, em todas as faixas de tráfego, por “aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta”, devidamente calibrados (DNER-PRO 164/94 e DNER-PRO 182/94), ou por sistemas a laser, desde que devidamente aceitos e aprovados pelo DER/PR. Os resultados de irregularidade longitudinal devem ser integrados a lances de 200m.

- b) Medições indiretas de atrito, com o pêndulo britânico (ASTM-E 303/93), devem ser efetuadas nos mesmos locais de avaliação indicados para a macrotextura.

9 CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

9.1 Aceitação dos materiais

9.1.1 Os materiais a serem utilizados devem atender ao disposto nos itens 5.1.1 a 5.1.9 desta especificação.

9.2 Aceitação da produção do concreto e da execução

9.2.1 O concreto utilizado deve atender ao disposto no item 5.1.10 desta especificação.

9.3 Aceitação do controle geométrico

9.3.1 Os serviços executados são aceitos, à luz do controle geométrico, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) quanto à largura da placa: não são admitidos valores superiores a $\pm 10\%$ em relação à definida no projeto para a camada;

- b) quanto à espessura da camada acabada:

b.1) a espessura média da camada é determinada pela expressão:

$$u = X - \frac{1,29s}{\sqrt{N}}$$

onde:

$N \geq 9$ (nº de determinações efetuadas)

b.2) a espessura média determinada estatisticamente deve situar-se no intervalo de $\pm 5\%$, em relação à espessura prevista em projeto;

b.3) não são tolerados valores individuais de espessura fora do intervalo de $\pm 10\%$, em relação à espessura prevista em projeto.

- c) eventuais regiões em que se constate deficiência de espessura são objeto de amostragem complementar. As áreas deficientes, devidamente delimitadas, devem ser reconstruídas, às expensas da executante.

9.4 Aceitação das condições de acabamento e segurança

9.4.1 O serviço é aceito, sob o ponto de vista de acabamento e segurança, desde que atendidas as seguintes condições:

- a) os valores do índice internacional de irregularidade (IRI) sejam no máximo 2,8 m/km para valores individuais e 2,5 m/km para análises estatísticas;

- b) os valores de resistência à derrapagem (VRD) obtidos com o pêndulo britânico sejam $VRD \geq 40$ para valores individuais e $45 \leq VRD \leq 75$ para análises estatísticas.

9.5 Condições de conformidade e não conformidade

9.5.1 Todos os ensaios de controle e determinações devem cumprir condições gerais e específicas desta especificação, e estar de acordo com os critérios a seguir descritos.

- a) Quando especificada uma faixa de valores mínimos e máximos devem ser verificadas as seguintes condições:

$X - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou $X + ks > \text{valor máximo de projeto}$: não conformidade;
 $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$ e $X + ks \leq \text{valor máximo de projeto}$: conformidade;

Sendo:

$$X = \frac{\sum x_i}{n} \quad s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - X)^2}{n - 1}}$$

Onde:

x_i – valores individuais;
 X – média da amostra;
 s – desvio padrão;
 k – adotado o valor 1,25;
 n – número de determinações, no mínimo 9.

- b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X - ks < \text{valor mínimo especificado}$: não conformidade;
 Se $X - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$: conformidade.

- c) Quando especificado um valor máximo a ser atingido, devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $X + ks > \text{valor máximo especificado}$: não conformidade;
 Se $X + ks \leq \text{valor máximo especificado}$: conformidade.

9.5.2 Os serviços só devem ser aceitos se atenderem às prescrições desta especificação.

9.5.3 Todo detalhe incorreto ou mal executado deve ser corrigido.

9.5.4 Qualquer serviço só deve ser aceito se as correções executadas colocarem-no em conformidade com o disposto nesta especificação; caso contrário é rejeitado.

10 CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

10.1 O serviço de placa de concreto de cimento Portland, executado e recebido na forma descrita, é medido pela determinação do volume de aplicado e compactado, expresso em metros cúbicos, fazendo-se distinção em relação ao processo de execução.

10.2 O cálculo dos volumes, obedecidas as tolerâncias especificadas, é feito com base na seção transversal de projeto.

11 CRITÉRIOS DE PAGAMENTO

11.1 Os serviços aceitos e medidos só são atestados como parcela adimplente, para efeito de pagamento, se juntamente com a medição de referência, estiver apenso o relatório com os resultados dos controles e de aceitação.

11.2 O pagamento é feito, após a aceitação e a medição dos serviços executados, com base no preço unitário contratual, o qual representa a compensação integral para todas as operações, transportes, materiais, perdas, mão-de-obra, equipamentos, controle de qualidade, encargos e eventuais necessários à completa execução dos serviços.

11.3 Não há remuneração em separado para material selante, película ou processo de isolamento e impermeabilização, processo de cura e material de enchimento de juntas de dilatação, cujos preços devem estar inclusos no preço global do serviço.

11.4 O preço unitário está sujeito a nova composição, baseada no teor de cimento empregado.